

DE

N° 408

L'EAU A BORD

SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

le 10 juin 1887

PAR

Charles DEZEUZE

Né à Montpellier (Hérault)

AIDE-PHARMACIEN DE LA MARINE

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1^{re} classe

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5

SERRE ET RICOME, SUCCESEURS

1887

PROFESSEURS

A. IMBERT..... *Physique.*

MALOSSE, Agrégé *Chimie minérale.*

F. GAY.

Secrétaire honoraire: F.-J. BLAISE (A. .

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

INTRODUCTION.

Pendant notre séjour à bord du transport *le Tonquin*, notre attention fut attirée sur le rôle important de l'eau à bord, et nous résolûmes de nous occuper spécialement de cette question. C'est l'exécution de ce projet que nous venons soumettre aujourd'hui à la bienveillante appréciation de nos Juges.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir fait avancer la question du moindre petit pas. Ceux qui nous ont précédé dans cette voie nous ont laissé trop peu à faire, mais nous avons la conviction que nous avons mis à ce travail tout ce que nous permettait d'y mettre le peu de temps dont nous disposions, notre faible érudition et notre inexpérience.

Il nous semblerait manquer aux lois les plus élémentaires de la simple gratitude si, avant d'entrer en matière, nous ne remercions sincèrement MM. Jeanjean, professeur à l'École de pharmacie de Montpellier, Bertrand, médecin principal de la marine, Delmédou, mécanicien principal de la marine, et tous ceux qui, de près ou de loin, ont singulièrement contribué à nous faciliter la tâche.

DE L'EAU A BORD

Considérations générales. — Division du sujet.

Dans son *Traité d'hygiène navale*, Fonssagrives s'exprime ainsi : « Lorsqu'on songe au poids infime que présente le corps humain, quand on l'a réduit par la dessiccation à ses seuls éléments solides, on comprend toute l'importance du rôle alimentaire de l'eau potable, et l'influence qu'elle exerce sur la bonne construction et l'entretien de l'édifice organique.

» Cette partie de la bromatologie nautique, si défectueuse naguère, a réalisé de nos jours des progrès considérables. Nos connaissances en hydrologie sont excessivement avancées ; l'expérience des siècles a déterminé les caractères physiques et physiologiques des eaux potables, et les conditions dans lesquelles il faut les rechercher ; enfin, des procédés chimiques d'une exquise sensibilité permettent de reconnaître aisément la nature et la composition des eaux. Le médecin de la marine appelé à chaque instant, comme l'étaient les médecins anciens, alors qu'une ville se fondait, à se prononcer sur la valeur d'une source et sur l'opportunité de la préférer à une autre, doit, moins que personne, demeurer étranger aux notions hydrologiques les plus essentielles....

» L'importance d'une eau salubre, pour le maintien de la santé des équipages, a été mise en relief par l'origine de trop d'épidémies, pour qu'il soit nécessaire d'insister longuement sur ce point. Les rapports de fin de campagne des médecins de la marine étaient, avant la généralisation de l'emploi des appareils distillatoires, remplis de doléances à ce sujet. L'apparition des épidémies de scorbut, de dysenterie, de typhus des vaisseaux, était aussi habituellement rapportée par eux à la pénurie, mais surtout à la mauvaise qualité de l'eau, qu'à l'encombrement, à l'humidité ou au défaut d'air.

» A l'origine de la navigation, alors que les côtes n'étaient jamais perdues de vue, l'approvisionnement en eau potable ne s'étendant pas au-delà d'un jour ou deux, les récipients employés à terre, pour la contenir, étaient aussi ceux que l'on embarquait pour ces excursions, qui représentaient assez bien le petit cabotage de notre temps; mais lorsque le génie explorateur de l'homme se fut ouvert par l'invention de la boussole, la voie des expéditions lointaines, il fallut bien, ne pouvant compter sur la ressource précaire des eaux pluviales, s'approvisionner d'eau pour un mois ou deux, quelquefois plus, qui séparait deux relâches successives. C'est probablement alors que l'usage des récipients en bois, usage qu'une routine opiniâtre a perpétué si longtemps dans une partie de notre marine marchande, fut généralement adopté; c'est alors aussi, qu'effrayés par les épidémies qui décimaient leurs navires, les capitaines accusèrent, à bon droit, la qualité de l'eau que buvaient leurs équipages, et provoquèrent des essais de conservation ou de purification, qui devaient aboutir aux deux innovations les plus importantes que l'hygiène navale moderne ait réalisées: l'emploi des caisses à eau et la distillation de l'eau de mer.»

Il nous paraît difficile de mieux démontrer l'importance

de l'eau en hygiène navale, importance que d'ailleurs, nous osons le croire, personne n'essaiera de contester.

Nous n'insisterons donc pas davantage sur ce point.

C'est l'eau, essentiellement considérée comme boisson à bord, qui doit seule nous occuper.

Nous étudierons tout d'abord les qualités d'une eau potable; ces notions acquises, nous passerons en revue les divers moyens d'approvisionnement d'eau douce : eau douce naturelle, eau douce artificielle distillée. Nous terminerons enfin par quelques considérations sur les modes de conservation de l'eau à bord.

Eaux potables. — Caractères, composition, analyse.

L'eau est le produit de la combinaison de deux gaz : hydrogène et oxygène, dans la proportion de deux volumes du premier, pour un volume du second. Elle constitue alors l'eau chimiquement pure, le protoxyde d'hydrogène. Telle que, elle n'existe pas dans la nature; elle est plus ou moins chargée de gaz, de matières minérales et de substances organiques très variables en nature et en quantité. C'est justement la nature et la quantité de ces principes étrangers (qu'en raison de leur rôle nous n'appelons pas impuretés), qui font une eau potable. Les expériences de Boussingault et de Chatin, le goître endémique, l'altération de la santé chez les populations où les eaux sont trop pures, prouvent surabondam-

ment ce que nous avançons. La question se réduit donc à rechercher la qualité et la dose de ses substances.

Caractères.— L'annuaire des eaux de France caractérise ainsi l'eau potable:

«Une eau peut être considérée comme bonne et potable quand elle est fraîche, limpide, incolore, inodore; quand sa saveur est très faible, qu'elle n'est surtout ni désagréable, ni fade, ni salée, ni douceâtre; quand elle contient peu de matières étrangères; quand elle renferme suffisamment d'air en dissolution; quand elle dissout le savon sans former de grumeaux et qu'elle cuit bien les légumes.»

1° *Fraîche.*—Température varie avec les saisons. En hiver, l'organisme repousse d'instinct les boissons froides; dans les régions tropicales, l'ingestion d'une quantité modérée d'eau à une basse température agit non seulement en humectant, mais encore en modifiant l'état de nos organes.

2° *Limpide.*— La filtration même ne retient pas assez les matières organiques que contient une eau bourbeuse.

3° *Incolore.*— Une coloration verte ou vert-jaunâtre sous un faible volume est due à des animaux microscopiques.

4° *Inodore.*— L'odeur que peuvent présenter certaines eaux longtemps renfermées ne doit rappeler en rien celle de l'acide sulfhydrique ou des produits de putréfaction.

5° *Saveur.*— La saveur doit être faible, à peine perceptible, indéfinissable. La fadeur indiquerait la non aération; un goût plus prononcé, un excès de substances minérales.

6° Peu de matières étrangères. — 0 gr. 50 à 0 gr. 60 de résidu fixe par un litre d'eau.

7° *Aérée*.— Elle doit contenir par litre de 25 à 50 centimètres cubes de gaz formés d'acide carbonique, d'azote et d'oxygène.— Ainsi aérée, l'eau se digère facilement, est légère; privée de gaz, comme l'eau distillée, elle pèse sur l'estomac, est lourde.

8° Les caractères dus au savon et à la cuisson des légumes sont des caractères vulgaires qui suffisent cependant à montrer que l'eau n'est ni trop calcaire, ni séléniteuse.

Composition.— En général, on peut dire que puisque les matériaux dissous sont absorbés par l'organisme animal : toute substance qui aura son représentant dans l'économie, doit devenir par cela même utile, sinon nécessaire ; que toute substance, au contraire, qui ne sera pas propre à entrer dans la composition de nos tissus sera inutile et quelquefois dangereuse.

Les substances dissoutes sont gazeuses, minérales, organiques.

Gaz.— En contact avec l'atmosphère, l'eau en dissout les éléments avec le degré de solubilité de chacun d'eux et sa pression propre. Acide carbonique, azote, oxygène.

La proportion d'acide carbonique des eaux telluriques est plus forte que celle des eaux météoriques : les premières dissolvant non seulement l'acide carbonique de l'air, mais encore celui que dégagent les matières organiques qui se décomposent dans leur sein ou sur leurs bords.

Cette abondance d'acide carbonique les rend sapides, légères, stimulantes et devient une bonne condition en ce qui concerne l'hygiène.

L'oxygène et l'azote constituent l'aération de l'eau que nous avons déjà dit être nécessaire. Quant aux autres gaz tels que: hydrogène sulfuré, hydrogène phosphoré, etc., qui pourraient se trouver accidentellement dans l'eau, leur puanteur est un préservatif suffisant.

Matières minérales.— Parmi les substances minérales que contiennent les eaux douces, on peut citer: des sels de chaux, des traces de sels magnésiens et alcalins, de la silice.

La chaux existe sous forme de carbonate, de sulfate et quelquefois de chlorure, d'azotate ou de phosphate. Le carbonate de chaux dissous, grâce à l'acide carbonique, existe donc à l'état de bi-carbonate. L'utilité des sels calcaires pour la constitution du système osseux est aujourd'hui reconnue (observation de Boussingault, sur un jeune cochon); le carbonate de chaux ne devra donc pas être considéré comme un élément nuisible, pourvu que sa proportion ne dépasse pas un demi gramme par litre. Ce qui précède doit s'appliquer intégralement au phosphate de chaux.

Le sulfate de chaux à une dose supérieure à 25 centigr. par litre, fera passer l'eau dans la catégorie des eaux crues et la fera rejeter comme telle.

Le chlorure de calcium ne peut être considéré comme inoffensif que s'il existe en quantité infinitésimale, ce qui est heureusement le cas le plus ordinaire.

Les eaux contenant de l'azotate de chaux sont généralement de très mauvaise qualité.

Les sels calcaires sont fournis le plus souvent aux eaux douces par la dissolution d'une roche, la dolomie, carbonate double de chaux et de magnésie; rien d'étonnant donc à ce que des sels magnésiens se dissolvent aussi et se trouvent en rapport avec la quantité des sels de chaux dissous. La dose du sel magnésien dépassant 20 centigrammes par litre, pro-

duit une eau purgative qui rentre dans la classe des eaux minérales.

M. Grange a voulu démontrer que les populations buvant des eaux à traces de magnésie étaient souvent atteintes de goître et de crétinisme. Nous n'avons pas ouï dire que les populations de Paris et de Rodez, bien qu'alimentées par des eaux semblables, soient affligées de l'une de ces deux infirmités.

Les sels de potasse se trouvent en faible quantité. Ils sont dus à la désagrégation lente des roches.

A l'état de carbonate ou d'un autre sel soluble, ils produisent des doubles décompositions avec le chlorure de sodium. Les sels de soude sont en plus grande quantité que ceux de potasse.

Les métaux alcalins peuvent se présenter dans les eaux, sous la forme d'azotates dus à l'action de l'acide azotique, produit soit par l'union directe des éléments de l'air, soit par la combustion lente de l'ammoniaque.

Il est à peine utile de faire remarquer qu'au point de vue hygiénique, les sels alcalins sont d'un excellent effet; leur influence et leur rôle dans l'économie est assez connue. Toutefois un grand excès, comme chez les eaux saumâtres, rendrait l'eau non seulement désagréable mais encore malsaine.

L'acide silicique, le brome, l'oxyde de fer, l'alumine et l'iode achèveront la liste des matières minérales dissoutes. On n'en trouve guère que des traces. M. Chatin attribue à l'iode le rôle important de préserver les populations du goître et du crétinisme.

Au sujet de la quantité de ces diverses matières minérales que tous les traités de chimie disent ne pas devoir être supérieure à 0,50 ou 0,60 par litre, il nous a paru bon de citer

en partie l'article eau (Hygiène) du dictionnaire de De-chambre :

«..... En ce qui concerne les matières minérales solides, il est certain qu'un total élevé de sels dissous, comme il existe dans l'eau de mer ou dans quelques eaux dites minérales, rendrait l'eau d'un usage dangereux pour la santé, mais justement, il est de tradition de ne pas employer ces eaux en boisson ni pour aucun usage domestique ou industriel. Jamais, dans les eaux naturelles, on ne trouve une proportion de sels véritablement inquiétante, si l'on considère qu'il est peu d'individus qui boivent plus d'un litre d'eau par jour et que, dans les circonstances habituelles, aucun de ces sels n'est dangereux à petite dose.

» Au point de vue qui nous intéresse, on peut réunir aux sels que l'eau a pris aux profondeurs du sol, ceux beaucoup plus suspects qui lui viennent de la surface, ou se forment dans les eaux superficielles par l'évolution des oxydations de matières organiques, sels alcalins et ammoniacaux, nitrates, phosphates, sulfates.

» Or, voici les doses sous lesquelles se sont présentés les divers sels dans un essai tenté par Tiemann et Preusse sur une eau incontestablement sale et dont par cette raison, personne ne se servira jamais, l'eau d'égout.

» Le résidu desséché à 100° de cette eau renfermait pour 100,000 parties :

» Sulfate de chaux	65
— potasse	32
» Carbonate de chaux	31
— magnésie	8
— fer	1,5
» Chlorure de sodium	38
— potassium	1

» Nitrate d'ammoniaque	3
— de chaux	19
» Silice.	5
» Matières organiques non volatiles à 100°.	21,5
Total.	225,0

» Il y a donc dans cette eau 40,5 parties pour 100,000 ou 0 gr. 405 par litre de carbonates de chaux, de magnésie, de fer. Y en eût-il le double, auquel cas la limite de solubilité des carbonates même dans l'eau chargée d'acide carbonique serait à peu près atteinte, cela ne ferait pas un gramme par litre de sels absolument inoffensifs. On a même pensé que le carbonate de chaux, dans l'eau, est bon à quelque chose, à former les os. L'eau est dure sans doute, mais il n'y a guère que le savon qui s'en aperçoive, avec les chaudières des machines à vapeur. En réunissant les sulfates, on obtient 0 gr. 97 par litre, équivalant à 0 gr. 53 d'acide sulfurique; or, un adulte élimine environ 2 gr. de cet acide par 24 heures dans les urines. Bien que le tiers des sulfates soit représenté par le sulfate de potasse, il est peu admissible que cette faible dose produise des accidents, au moins à la suite d'un usage momentané. Il n'est pas aussi certain que l'usage habituel et prolongé d'une eau chargée de sulfates soit également indifférent; des observations ont été apportées qui, tendant à prouver le contraire, méritent d'être prises en considération et, à tout le moins, d'être discutées.

» Mais que l'on veuille bien réfléchir d'abord que nous avons pris pour exemple un cas extrême, une eau que chacun repousse. Les nitrates sont peu accusés pour eux-mêmes; la thérapeutique les emploie à beaucoup plus haute dose que celle qui est exprimée ici, et sans arrière pensée, comme le faisait remarquer Grellois. Quant au sel de cuisine, bien que divers hygiénistes le prennent comme mesure de l'impureté des eaux, il est clair que 0 gr. 38 par litre disparaissent devant la quantité de ce sel que nous ingérons

tous les jours avec intention..... Il n'y a probablement qu'un cas dans lequel il se trouve positivement, dans l'eau, des substances minérales nuisibles; c'est celui de l'introduction, accidentelle ou par malveillance, de sel vénéneux dans cette boisson. On sait, malheureusement, que ceci n'est pas une pure vue de l'esprit; il existe un grand nombre de faits d'empoisonnement qui reconnaissent cette provenance. Ce sont d'habitude les sels de plomb, empruntés d'ailleurs aux tuyaux de conduite, que l'on retrouve à l'origine des accidents. »

Matières organiques. — Le sol imprégné par tant de matières organiques les cède aux eaux naturelles qui les dissolvent. Une eau potable ne doit en renfermer que des quantités insignifiantes. Odeur désagréable; putréfaction, transformation des sulfates en sulfures, accaparement de l'oxygène par la combustion lente, tels sont quelques-uns des inconvénients de ces matières. A ces substances, que nous appellerons inorganisées, s'ajoute le danger des substances organisées. Nous ne ferons que citer en courant: les œufs des entozoaires: douve hépatique, botriocéphale, filaire de Médine, ankylostome duodénal, hœmopis sanguisuga, etc., dont la présence passe souvent inaperçue et qui ne peut être guère révélée que par le microscope.

Analyse. — Nous ne devons ici, étant donné le point de vue spécial auquel nous nous sommes placé, qu'indiquer les méthodes analytiques qui sont ou pourraient être mises à la disposition du médecin de la marine embarqué. La détermination et la recherche des différents sels que nous avons cités sont assez connues: azotate d'argent pour les chlorures, azotate de baryum pour les sulfates, etc., pour que nous puissions nous dispenser de nous étendre sur ce sujet.

Comme procédé qualitatif, le plus commode et le plus

expéditif (siles feuilles d'armement portaient l'appareil hydrotimétrique) serait l'hydrotimètre de Boutron et Boudet. Ce n'est pas là un appareil bien gênant : un petit flacon, une burette de Gay-Lussac, une solution alcoolique de savon emportée de France, seraient un luxe que pourraient se payer les navires armés, qui tiendrait peu de place et rendrait de grands services. Le mode opératoire n'est pas si délicat, qu'un médecin, même peu habitué à ces sortes d'expériences, ne puisse s'en tirer fort bien. L'observation d'une mousse persistante, la lecture de degrés sur la burette seraient les seules difficultés qu'eût à combattre le praticien et qu'il vaincrait aisément, nous en avons la conviction.

L'appareil hydrotimétrique existant à bord, nous n'aurions pas été réduit au procédé élémentaire suivant, que nous citons, non pas comme originalité (loin de nous cette prétention), mais pour montrer à quels moyens primitifs on doit souvent recourir.

Chargé d'analyser l'eau distillée de la machine, qui était livrée à la consommation de l'équipage, nous eumes l'heureuse chance de posséder, à bord, du chromate jaune de potasse, luxe inédit sur les autres navires (1). Pensant que le chlorure de sodium devait être le sel le plus abondant, nous nous contentâmes de doser celui-ci à l'aide de la réaction fort connue du chromate de potasse et de l'azotate d'argent. Nous prîmes donc à la cuisine une pincée de sel le plus sec possible, dont nous pesâmes 0 gr. 10 avec les trébuchets de la pharmacie (par un jour de calme). Ces 0 gr. 10 furent dissous dans 50 gr. d'eau distillée *pure*, et après avoir versé une solution de chromate de potasse, nous comptâmes le nombre de gouttes d'une solution d'azotate d'argent, qu'il fallait pour faire apparaître la coloration rouge. Nous avons

(1) Ce sel avait été acheté pour la coloration des tubes du sondeur Thompson.

ainsi une liqueur titrée, sachant que 30 gouttes, par exemple, saturaient 0,10 de sel marin. Quand nous aurons dit que les gouttes étaient comptées sans compte-goutte et au bouchon, il sera aisé de comprendre le peu de précision de ce procédé qui, malgré tout, erreurs admises, nous a permis de juger fort approximativement la quantité de chlorure.

Approvisionnement d'eau douce naturelle.

Un navire en campagne emporte avec lui l'eau destinée à la consommation de son équipage ou la fabrique au moyen de sa machine à vapeur. Dans ce chapitre, nous ne nous occuperons que de la première.

Les eaux douces prises en provision peuvent être de différente sorte :

- 1° Eau de pluie.
- 2° Eau de neige.
- 3° Eau de glace.
- 4° Eau des ports.
- 5° Eau des relâches.

1° Eau de pluie. — A moins de pénurie et d'impossibilité absolue, cette eau doit être rejetée. Bien que riche en gaz, fortement aérée, elle est lourde, fade, difficile à digérer et cause fréquemment des flux de ventre.

M. Courbon a attribué l'extrême fréquence des diarrhées peu graves qui règnent quelquefois épidémiquement dans la

Plata à l'usage des eaux de pluie conservées dans des citernes. L'absence des sels rend facilement compte de ses qualités insalubres.

Fonssagrives frappe l'eau de pluie d'interdiction absolue et conseille une surveillance active, pour que « les hommes de l'équipage ne recourent à une boisson d'autant plus dangereuse, que l'eau de pluie tombant des régions élevées de l'atmosphère, présente au moment où on la recueille une température assez basse. »

Henri Buignet, à l'encontre de Fonssagrives, fait remarquer que des villes entières, telles que Cadix, Vienne, Constantinople, n'ont à leur disposition que des eaux pluviales, et la santé des habitants n'a pas eu à en souffrir.

En tout cas, éviter avec soin des appareils en plomb ou en zinc pour la conduite ou la conservation de l'eau de pluie : celle-ci, aussi bien que l'eau distillée, attaque ces métaux très facilement sous l'influence de l'air.

2° Eau de neige.— Pour les mêmes motifs que l'eau de pluie, l'eau de neige est considérée comme insalubre par Fonssagrives. Celui-ci conseille, dans le cas où une disette absolue forcerait à boire de la neige fondue, de la chauffer à une faible température pour ne pas faire échapper l'air qui y est contenu, de battre pour aérer et d'y ajouter une quantité de substances salines destinées à rapprocher sa composition de celle des eaux vraiment potables. Il accuse, en effet, l'eau de neige de manquer de sels, bien qu'elle soit riche en gaz.

8° Eau de glace.— Dans les voyages polaires, on peut être amené à user de la glace fondue comme boisson. En se séparant des substances fixes par la congélation, l'eau se prive des éléments volatils et des gaz. Elle est donc encore

plus insalubre que les eaux de pluie et de neige. Cook remarqua chez son équipage le gonflement des glandes de la gorge après l'absorption d'eau de fusion de glace. Kéraudren, inspecteur du service de santé de la marine, dans les Annales d'hygiène de 1838, prescrit de ne boire cette eau que mélangée à de l'eau-de-vie ou du vin. Nous rappellerons enfin que le goître existe à l'état endémique chez les populations qui boivent de l'eau provenant de la fonte des glaciers.

M. Taulier, médecin de la marine, s'élève avec force contre ce qu'il appelle le préjugé qui fait repousser l'eau de glace ou de neige. Il cite à l'appui de son opinion de Saussure, Parry, Kennedy, Bellot et plusieurs de ses collègues de la marine. Pour sa part, il n'aurait jamais remarqué que ces eaux eussent en elles l'étiologie d'une affection spéciale.

On comprendra aisément que, devant ces opinions si différentes, nous nous abstenions de conclure. Cependant il nous paraît logique, dans le doute, lorsque comme ressource extrême il faut faire usage de ces eaux, de les aérer et de les salifier ; alors Hippocrate, lui-même, qui regardait « les eaux de neige, de glace, et les eaux analogues comme les plus mauvaises pour quelque usage que ce soit », n'aurait plus rien à dire.

4° **Eau des ports.** — On a rarement recours, d'ailleurs, à cet expédient. Le navire en partance fait une provision d'eau qui est suffisante si son voyage n'excède pas quelques mois. Cette eau est puisée à des fontaines ou à des cours d'eau, dont la bonne qualité est connue et offre toute garantie de salubrité.

Nous donnerons ici quelques analyses des eaux des cinq ports militaires.

Eaux de la Ville et des environs de Brest.

Elles comptent parmi les plus pures des eaux potables.

Eaux des citernes de l'arsenal maritime de Brest.

Degré hydrotimétrique	8°5	
Sels de chaux (sulfate et chlorure)	0 ^{gr} 0210	} 0,096
Sels de magnésie	0,0750	
Carbonate de chaux	traces	
Acide carbonique	0 lit. 005	

Eau de l'aiguade de Cherbourg (Eau de la Divette).

Degré hydrotimétrique	6° et 8°	
Matière silico-argileuse	0 ^{gr} 0038	} 0,1155 pour 1 litre
Matière organique	0,0175	
Sels solubles (nitrates et chlorures)	0,0517	
Chaux	0,0227	
Magnésie	0,0198	
Fer et sels ammoniacaux	traces	

Eau de l'arsenal de Lorient.

Chlorures de calcium, magnésium, so- dium	0 ^{gr} 178	} 0,250
Sulfates de chaux et de magnésie	0,039	
Carbonates de chaux et de magnésie	0,029	
Silice	0,003	
Oxyde de fer	0,001	

Aiguade de Rochefort.

Degré hydrotimétrique. 27°

Chlorures 0,1139; résidu salin par litre 0^{gr} 39, formé de sulfates et de carbonates calciques et magnésiques d'alumine, de silice et de fer, sans matières organiques.

Cette eau est très chargée de gaz carbonique.

Eau de Toulon.

Volume de l'acide carbonique.....	0 ^{cc} 1166
Volume de l'azote et de l'oxygène.....	9,9000
Sulfate calcique	0 ^{gr} 0200
Carbonate calcique	0,0800
Sulfate de magnésie	0,0600
Carbonate magnésique	0,0075
Silice	0,0015
Alumine et fer (avec traces de phosphate) .	0,0100
Chlorure de calcium	0,0400
Matières organiques	0,0000
	0,2800

Ces analyses sont tirées de la chimie de M. Hétet, pharmacien en chef de la marine. Dernièrement, le laboratoire de chimie de l'hôpital maritime fut appelé à se prononcer sur la valeur de plusieurs sources de Toulon. Nous extrayons de tous les résultats celui qui a rapport à la source Saint-Antoine, qui alimente la Ville et la marine :

Degré hydrotimétrique	35°
Résidu total	0 ^{gr} 292
Matières organiques et produits volatils par incinération du résidu	0,046
Matières organiques par permanganate . .	0,00027
Nitrates	faibles traces
Chlorures	0,0246
Acide sulfurique anhydre	0,036

4° **Eau des relâches.** — Pour les relâches habituelles, où l'eau a pu être minutieusement analysée, les mêmes ob-

servations sont à faire que pour celles de la France. Il est évident qu'un navire pourra faire sa provision d'eau là où toute une ville civilisée s'alimente. Ce n'est pas cependant là le cas qui se présente toujours. Le navigateur arrive quelquefois dans un pays où la civilisation a peu ou pas pénétré; s'il doit y faire sa provision d'eau, c'est à ses propres moyens, faute de renseignements, qu'il devra faire appel pour juger de la valeur de l'eau. Le règlement du 16 août 1851 oblige, dans ce cas, le médecin-major à déguster et étudier lui-même chimiquement l'eau qu'il va livrer à la consommation.

Quatre sources d'informations peuvent être interrogées par lui: les conditions physiques de l'aiguade, source, ruisseau ou eau stagnante, la nature des organismes qui y vivent, les propriétés organoleptiques de son eau, son analyse physico-chimique.

Conditions physiques. — Hippocrate écrivait, il y a 23 siècles, sur ce sujet, une admirable page qui peut encore être prise comme guide: « Les eaux dormantes, soit de marais, soit d'étang, sont nécessairement, pendant l'été, chaudes, » épaisses et de mauvaise odeur; n'ayant point d'écoulement, » mais étant alimentées continuellement par de nouvelles » pluies et échauffées par le soleil, elles deviennent lourdes, » malsaines et propres à augmenter la bile....

» Je regarde de telles eaux comme mauvaises pour tous » les usages; les plus mauvaises, après celles-là, sont celles » qui proviennent ou de rocher, ce qui leur donne nécessairement de la dureté, ou d'un terroir dans lequel sont des » eaux chaudes, du sel, du cuivre, etc.; les meilleures sont » celles qui coulent des lieux élevés ou des collines de terre. » Il faut ajouter aux eaux à proscrire celles qui contiennent une trop grande quantité de détritits organiques, dont l'in-

fluence pernicieuse s'est fait plus d'une fois sentir sur nos colonnes en Algérie, Cochinchine et Sénégal.

Nature des organismes qui y vivent. — On peut tirer de la nature, de la végétation et des animaux qui se développent dans les eaux des indications précieuses, au point de vue de leur salubrité, et que les médecins, forts en histoire naturelle, pourront mettre à profit. Le cresson de fontaine, les véroniques sont les signes d'eaux excellentes ; les patiences, les roseaux, les ciguës, d'eaux médiocres ; *l'arundo phragmites* caractérise les plus infectes.

La présence des mollusques est un bon renseignement, d'après M. Gérardin ; ceux-ci ne vivent pas dans les eaux infectes. Les algues vertes sont, en général, plus utiles que nuisibles ; elles mettent en liberté l'oxygène de l'acide carbonique dissous dans l'eau, et contribuent ainsi à l'oxydation des impuretés organiques. Les algues bleu-verdâtres ne sont pas plus offensives. Ces deux espèces seraient cependant dangereuses si, par le retrait sur le bord et la dessiccation, elles venaient à se putréfier ; elles ne sont guère, somme toute, que désagréables à la vue et mécaniquement gênantes.

Malheureusement, les débris de cette végétation et de ces animaux peuvent donner aux eaux des propriétés funestes.

Les infusoires, par exemple, fournissent des générations successives, dont les cadavres tombent au fond du liquide et se putréfient, après avoir vécu au contact des végétaux microscopiques, mucidinies, conferves, palmelles, etc. C'est surtout dans les aiguades mortes et stagnantes que ce phénomène se produit. Il ne faut y recourir qu'en cas de nécessité absolue, et seulement après les avoir filtrées si elles sont de qualité médiocre, et après les avoir filtrées et transformées en thé, si elles sont décidément mauvaises. Ragot, qui a consigné, dans son rapport sur une campagne de 4 années dans

l'Indo-Chine, des recherches hydrologiques pleines d'intérêt, rapporte que l'eau de Manille, fournie par une lagune riche en plantes et en mollusques fluviatiles qui flottent à sa surface, est très malsaine, et, qu'à plusieurs reprises, l'équipage de l'*Erigone* éprouva sa mauvaise qualité.

Les eaux du Cambodge sont tellement surchargées de matières organiques, qu'après trois filtrations successives elles donnent un précipité caractéristique par le chlorure d'or. Cette eau est la cause d'une endémie (aussi fatale aux Annamites qu'aux Européens), de la dysenterie, qui est d'autant plus commune et plus grave, qu'on en boit davantage.

A Saïgon, l'eau saumâtre des arroyos est si riche en matières organiques que, malgré l'alunage, la clarification, la désinfection, l'aération, la distillation, l'épuration, on a dû renoncer à la rendre potable. Les navires sont obligés de s'approvisionner au puits d'Adam, situé sur les bords de l'arroyo chinois qui mène à la ville de Chollen.

Certains médecins pensent que la nature de l'eau est la seule cause de la dysenterie endémique dans ces pays.

Quant aux maladies qui peuvent provenir des bactéries ou microbes contenus dans l'eau, voici ce que dit à ce sujet Leroy de Méricourt: « L'eau est un élément essentiel de bonne hygiène sur les bâtiments marchands, et néanmoins, dans beaucoup de cas, l'eau sur laquelle les navires flottent, même au milieu des rivières chargées de matières organiques de l'Inde et de la Chine, l'eau, disons-nous, est puisée le long du bord pour la consommation journalière. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de la fréquence des maladies et du haut degré de mortalité des marins aux Indes-Orientales par suite du choléra, de la diarrhée, des fièvres typhoïdes, de la dysenterie. On a vu, dans une seule nuit, la moitié d'un équipage, et même plus, être couchée sur le flanc. Un navire, avec 600 hommes à bord, a pu demeurer 6 semaines au

monillage sur la rivière Hooghly, pendant la chaude saison de 1858, exempt de toute atteinte de choléra, tandis que cette maladie sévissait à bord de tous les bâtiments qui l'entouraient. L'eau distillée était, il est vrai, donnée à volonté à bord de ce navire. »

Propriétés organoleptiques; analyse physico-chimique. — Nous avons déjà parlé des propriétés organoleptiques en général; nous ne les répèterons pas ici. Il faut les compléter par une analyse physico-chimique. A ce sujet, l'instruction sur les analyses qualitative et quantitative de l'eau potable, contenue dans le formulaire des hôpitaux militaires (1884), est un guide à la fois complet et remarquablement pratique.

Recherche des sels minéraux. — 1° En faisant bouillir pendant 8 à 10 minutes l'eau que l'on examine, si elle se trouble considérablement, c'est une preuve qu'elle contient un excès de bicarbonates. Une goutte ou deux de teinture alcoolique de bois de campêche colorent en violet l'eau renfermant du bicarbonate de chaux.

2° Les eaux séléniteuses fournissent, par l'évaporation, un résidu abondant.

3° Les eaux chargées de substances salines donnent un précipité abondant par l'oxalate d'ammoniaque (chaux), l'azotate d'argent (chlorures), le chlorure de baryum (sulfates); elles dissolvent difficilement le savon, et font des grumeaux avec ce réactif.

4° La présence des iodures est recherchée par l'amidon et l'acide azotique.

5° La présence des sels ammoniacaux est décelée par le réactif de Nessler, qui fournit un précipité brun, et par le réactif de Bohly, qui donne un précipité blanc.

Recherche des matières organiques. — Lorsque les eaux contiennent une forte proportion de matières organiques, le résidu de leur évaporation noircit plus ou moins quand on le chauffe dans une capsule de platine; ce phénomène est dû à leur carbonisation.

On peut également reconnaître ces matières à la coloration brune que prend à leur contact une solution étendue de permanganate de potasse; cette réaction, basée sur l'affinité de l'oxygène pour les matières organiques, sert à un procédé de dosage de ces substances.

Essai hydrotimétrique. — On désigne sous le nom d'hydrotimétrie une méthode d'essai à la fois pratique et rapide, destinée à faire reconnaître la bonne qualité des eaux, et notamment à déterminer la quantité de sels de chaux et de magnésie qu'elles contiennent. Elle est basée sur cette remarque que, si l'on verse une solution alcoolique de savon dans l'eau chargée de sels terreux et que l'on agite, il ne se forme de mousse persistante que lorsque les bases de ces sels ont été entièrement combinées avec les acides gras du savon.

La liqueur d'essai se prépare en dissolvant, à chaud, 100 gr. de savon blanc de Marseille dans 1600 gr. d'alcool à 90°; on filtre et on ajoute 1000 gr. d'eau distillée.

Cette liqueur d'essai s'altérant facilement, on l'essaie elle-même en se servant d'une dissolution de 0,50 d'azotate de baryte dans 1 litre d'eau distillée. Les instruments se composent: 1° de l'hydrotimètre ou burette, gradué de telle sorte que 23 de ses divisions égalent 2 centim. cubes et $\frac{4}{10}$; le 0 de l'échelle est placé sur le second trait, et non sur le premier comme dans les burettes ordinaires. Néanmoins, quand on remplit l'instrument, il faut que la liqueur affleure jusqu'au premier trait, par la raison que la quantité de liquide qui dé-

passe ainsi le 0 est employée à produire une mousse persistante et n'est pas décomposée par les sels de l'eau que l'on analyse; 2° un flacon gradué de 10 en 10 centim. cubes; 3° une pipette graduée en dixièmes de centimètres cubes.

Dans l'essai de la liqueur hydrotimétrique, 40 centim. cubes de la solution d'azotate de baryte doivent donner une mousse persistante avec 22° hydrotimétriques. Si le nombre des degrés est inférieur, il faut étendre d'eau la liqueur savonneuse dans la proportion de $\frac{1}{23}$ de son volume par chaque degré qui n'aura pas été employé. Si le nombre était supérieur à 22, il faudrait ajouter de l'alcoolé de savon.

Pour essayer une eau potable d'après la méthode volumétrique, on dépose 20 à 23 gr. de l'eau à examiner dans un verre à expériences et l'on ajoute un centimètre cube environ de liqueur savonneuse. Si, après quelques instants d'agitation, l'eau prend une teinte opaline sans qu'il se forme de grumeaux, on peut faire directement l'essai. Dans le cas où il se forme des grumeaux, il faut étendre l'eau à essayer d'un volume d'eau distillée convenable, pour que cet effet n'ait plus lieu. On tient compte de cette eau ajoutée dans le résultat final. Il est essentiel de s'assurer que l'eau distillée que l'on ajoute ainsi marque 0 degré à l'hydrotimètre.

Tout étant disposé, on verse 40 centimètres cubes de l'eau à essayer dans le flacon, et on ajoute peu à peu, surtout à la fin de l'opération, la liqueur savonneuse. Dès que, par l'agitation du flacon, on obtient une mousse persistante et épaisse, l'essai est terminé. Le chiffre ainsi obtenu indique le degré hydrotimétrique de l'eau. Supposons que ce degré soit de 15, on en pourra conclure: 1° que un litre de cette eau décompose 18 décigrammes de savon avant de pouvoir dissoudre ce corps; 2° que un litre de cette eau contient, à très peu de chose près, 18 centigrammes de matières terreuses fixes.

Des eaux réellement potables ne doivent pas marquer plus de 38 à 40 degrés hydrotimétriques; à 50° elle est très lourde sur l'estomac; au-dessus de 60°, elle est impropre à tous les usages domestiques. Nous avons déjà dit que, malheureusement, cette méthode n'était pas applicable à bord, faute d'instruments.

Amendement de l'eau. — La nécessité où l'on est souvent de s'approvisionner d'eau douce plus ou moins impure, impose l'obligation d'indiquer les moyens de l'améliorer.

Fonssagrives en compte six: 1° la Réfrigération; 2° l'Aération; 3° la Salification; 4° la Dépuration; 5° l'Ebullition; 6° la Correction.

Réfrigération. — Nous avons indiqué, dans les caractères généraux des eaux potables, cette qualité: être fraîche. Dans les pays chauds, on ne saurait trop veiller à cela. L'eau placée dans la cale s'échauffe, devient lourde et indigeste. La corruption de l'eau marche en raison directe de la température, et cette corruption peut aller jusqu'à produire des gaz susceptibles de déterminer l'asphyxie. Il faut donc que la cale à eau soit fortement aérée et ventilée; le charnier doit être entouré de toiles imprégnées d'eau, dont l'évaporation amène un abaissement de température. Sous le rapport de la fraîcheur de l'eau, la table des officiers est mieux partagée et ne laisse souvent même rien à désirer. Certains navires, les transports-hôpitaux entre autres, emportent dans leur flanc une provision de glace; de plus, chaque officier peut se munir de gargoulettes ou alcarazas en terre poreuse qui, lorsqu'elle sont bien faites, donnent à l'eau une température très fraîche. Enfin, il serait à désirer que tous les navires fussent également bien partagés et possédassen

tous un appareil à fabriquer la glace. En outre du bien-être que cet appareil apporterait à chacun, il offrirait cet avantage de permettre l'emploi de la glace comme médicament, nécessaire dans certains cas.

Aération. — Ce n'est guère que pour l'eau distillée qu'on aurait à procéder à cette opération ; nous verrons qu'avec les appareils actuels, l'aération se fait d'elle-même.

Salification. — A propos de l'eau distillée, nous reviendrons sur ce point.

Dépuration. — Nous empruntons à la thèse de M. Auguste Lefèvre, médecin de la marine, le passage suivant, qui nous paraît fort bien résumer tout ce qui a trait à ce sujet :

« Le procédé le plus élémentaire pour purifier une eau limoneuse serait de la laisser reposer ; mais les matières en suspension ne se précipitent presque toujours qu'incomplètement et lentement. Pour atteindre plus promptement le même but, on a conseillé d'enduire la surface intérieure des réservoirs de pâte d'amandes pilées ; il se produit une sorte d'émulsion, dont l'huile s'unit aux matières terreuses, et, d'après M. Mauger, on agirait ainsi pour clarifier les eaux du Mississipi, tellement troubles, qu'il est impossible de s'en servir sans cela. Dans la Haute-Egypte, on emploie au même usage les fèves, les haricots et les graines de ricin.

» En Egypte et en Chine, on se sert de l'alun pour clarifier les eaux troubles et ce procédé est devenu usuel chez nous, surtout dans la marine. Pour pratiquer l'alunage, on emploie tantôt l'alun finement pulvérisé et on en saupoudre la surface de l'eau, tantôt on y verse une petite quantité d'une solution de ce sel. Un troisième moyen consiste à suspendre un cristal d'alun au bout d'un fil et à le promener en tous

sens dans l'eau, jusqu'à l'apparition de flocons volumineux. Les Chinois renferment l'alun dans une tige de bambou percée de plusieurs trous, avec laquelle ils battent l'eau pendant trois ou quatre minutes. Lind vante l'alunage, d'après les observations d'Yves, pendant un voyage par terre de l'Inde en Europe. M. Grellois rappelle qu'il est fréquemment employé à l'armée d'Afrique et qu'il ne communique aucune saveur désagréable à l'eau.

» La filtration à travers les substances poreuses est le meilleur moyen pour débarrasser l'eau des matières terreuses qu'elle contient. Smith y a eu recours pour lui enlever les matières putrides. Son appareil fut expérimenté pour la première fois à Brest, en l'an VI, à bord des vaisseaux *la Convention* et *l'Invincible*; en l'an VIII, au Havre, sur les navires *le Géographe* et *le Naturaliste*, destinés à une campagne autour du monde et en l'an IX, à Paris, en présence de tous les professeurs du Muséum. On désinfecta ainsi de l'eau provenant des pièces à eau alors en usage, celle d'un égout, celle ayant servi à la macération des cadavres. Ces eaux sortirent claires et limpides comme les plus belles eaux de fontaine.

» Ayant reconnu que le charbon était l'agent principal de cette purification, MM. Thaumur, premier pharmacien à Brest; Réjon, à Rochefort, et Ducommun, chimiste à Paris, présentèrent de nouveaux appareils donnant les mêmes résultats. Dans celui devenu réglementaire dans la marine, l'eau traversait des éponges, des toiles de crin, des couches alternatives de sable de mer et de rivière, de charbon et de cailloux.

» En 1827, M. Zéni, ingénieur de la marine, présenta un filtre à double courant, se nettoyant de lui-même et composé des mêmes substances. Les témoignages les plus favorables confirmèrent l'efficacité de ce filtre particulièrement pour

retenir le sédiment formé dans les caisses en fer, dont l'usage venait d'être adopté.

» En 1867, la Commission du ministère de la marine, pour l'Exposition universelle, a appelé l'attention sur les filtres qui y figuraient, en rappelant combien il serait à désirer de pouvoir doter nos vaisseaux de ces appareils.

» Les filtres ne contenant pas de charbon n'ont, en général, qu'une action mécanique sur les matières en suspension. Le charbon animal, outre cette action, absorbe les gaz et retient certains principes nuisibles, tels que les sels de plomb, de cuivre et de mercure. Mais on lui reproche de perdre son efficacité par l'usage et de pouvoir alors vicier l'eau qui le traverserait, et enfin d'exercer une action fâcheuse sur certains principes qu'il importerait de conserver, tels que l'oxygène et l'acide carbonique. J'ai déjà opposé à ce dernier reproche des faits tendant à prouver qu'il n'est pas fondé.

» Les filtres figurant à l'Exposition étaient ceux de la Compagnie des charbons silicatisés et ceux de la Compagnie des filtres Spencer, sur lesquels on n'avait eu que des rapports favorables. Les premiers devraient leur efficacité au charbon uni à la silice très divisée, telle qu'on la trouve, paraît-il, dans le minéral connu sous le nom de torbanchill. Ce corps joindrait aux propriétés ordinaires du charbon une action oxydante qui détruirait les matières organiques, et l'acide carbonique en résultant augmenterait la rapidité de l'eau. De plus, la Compagnie assure que ces filtres, comme le charbon animal ordinaire, débarrassent entièrement l'eau des sels toxiques et autres qu'elle peut contenir. A ces propriétés importantes, ils joindraient l'avantage de se nettoyer par une chasse d'eau en sens inverse. Parmi les modèles figurant à l'Exposition, la Commission signale celui désigné sous le nom de filtre-siphon, qui pourrait s'appliquer d'une manière commode au charnier d'un navire.

» Le filtre Spencer a pour élément purificateur l'oxyde de fer magnétique, auquel le chimiste-inventeur attribue la pureté des sources provenant des terrains anciens. D'après lui, cet oxyde aurait la propriété de transformer l'oxygène en ozone et jouerait ainsi un rôle oxydant très énergique. Par son action, les matières organiques seraient brûlées en produisant de l'acide carbonique, les hydrogènes sulfuré et phosphoré seraient détruits et l'eau débarrassée des sels métalliques et du carbonate de chaux en excès. En réalité, M. Spencer n'emploie pas l'oxyde de fer, mais bien une substance particulière qu'il fabrique artificiellement et qu'il désigne sous le nom de protocarbure magnétique de fer. Cette substance a l'aspect d'une grenaille métallique très fine, on la trouve en couches assez épaisses dans les filtres exposés. Enfin, M. Spencer attribue à son filtre la propriété de permettre la dissolution dans l'eau d'une certaine quantité de carbonate de chaux et de magnésie, ajoutée après coup, dissolution qui se fait dans la nature, mais qu'on n'avait pu réaliser artificiellement jusqu'à présent. »

Ébullition. — L'ébullition détruit les matières organiques animales et végétales, précipite les sels calcaires et enlève l'air. C'est une ressource extrême que Bouchardat considère comme le moyen de purification des eaux le plus rationnel et le mieux éprouvé. Bien entendu qu'après cette opération cette eau devra être aérée.

Correction. — L'amendement ou correction de l'eau potable en hygiène navale a reçu le nom d'acidulage, quoique les substances employées ne soient pas toujours des acides. Cet acidulage est rendu nécessaire par l'alimentation même du marin, qui est souvent privée des acides végétaux qui doivent entrer pour une certaine part dans une bonne alimen-

tation, et que dans nos pays on trouve combinés avec les autres éléments des fruits.

Le 21 juillet 1860, on alloua 5 millilitres de vinaigre par homme et par jour, tant pour aciduler l'eau des charniers que pour la préparation de la moutarde et l'aspersion du bâtiment.

Dans les pays chauds, on accorde par jour :

Eau-de-vie	25 millilitres.
Sucre-cassonade	10 grammes.
Vinaigre	2 centilitres.

Les 2 centilitres de vinaigre sont remplacés par un demi-citron et une demi-orange dans les pays où il est possible de s'en procurer.

Il est bon d'observer toutefois que les acides ou l'alcool peuvent changer le goût de l'eau, mais ne lui enlèvent pas par là ses propriétés malsaines ou insalubres.

Approvisionnement d'eau douce artificielle.

EAU DISTILLÉE.

HISTORIQUE. — Les anciens se sont peu préoccupés de transformer l'eau de mer en eau potable : leurs marins, naviguant toujours le long des côtes, la crainte de voir l'eau douce manquer à bord des navires ne leur a sans doute jamais inspiré l'idée de recherches, que d'ailleurs leur ignorance en matière de sciences physiques et naturelles leur interdisait absolument.

C'est à peine si de rares savants, comme Pline, cherchèrent, dans un but plutôt spéculatif que pratique, à résoudre le problème. Pline avait remarqué que l'eau de mer se dessale en traversant des corps poreux ; il indiqua des boules de cire creuses plongées dans la mer, comme un moyen de se procurer de l'eau douce ; il conseilla encore l'immersion à de grandes profondeurs de bouteilles vides et bien bouchées, et enfin recommanda de placer autour des navires des toisons qui, s'imprégnant des vapeurs de la mer, procureraient de l'eau douce quand on les exprimerait.

On ne saurait voir dans ces moyens primitifs l'origine de la distillation de l'eau de mer. Après Pline, saint Basile réalisa presque la découverte de cette transformation. Il rapporte, dans sa quatrième homélie, qu'ayant fait naufrage dans une île où il était impossible de se procurer de l'eau potable, il enseigna à ses compagnons d'infortune le moyen d'en recueillir une quantité suffisante pour étancher leur soif. De l'eau de mer était chauffée dans une bassine en fer, et la vapeur se condensait dans des éponges qui fournissaient de l'eau par expression. Ce document rétrospectif exhumé par Fonssagrives est curieux, et rien de plus ; il y a loin d'une anecdote, passée d'ailleurs inaperçue, à la formule d'un précepte scientifique ou empirique. La question resta lettre-morte pendant douze siècles.

En 1516, Jean Gadesden (Jean Anglicus) le premier ; en 1560, Sébastien de la Pollère (connaissait-il ou ignorait-il les travaux de Jean Gadesden) trouvèrent un moyen pratique de distillation. De cette découverte, inspirée peut-être à un esprit ingénieux par des circonstances difficiles, se dégageait un enseignement qui n'aurait pas dû être perdu à une époque où de hardis aventuriers, marchant sur les traces de Colomb, s'élançaient de toutes parts vers les navigations lointaines. Malheureusement, soit indifférence, soit ignorance,

soit oublié, la question en resta là pendant plus d'un siècle. En 1670, elle fut reprise par l'anglais Hauton, qui lui fit faire fausse route en distillant de l'eau de mer sur de l'alcali fixe, usant ainsi d'un intermédiaire dont les faits réalisés par Sébastien de la Pollère démontraient la complète inutilité. La priorité de la découverte lui fut néanmoins attribuée. Après lui Walcot, sous le règne de Charles II, et Fitz-Gérard proposèrent des procédés secrets et réputés nouveaux, mais qui, de même que celui de Hauton, exigeaient l'emploi d'intermédiaires.

En 1717, le problème entra dans une phase nouvelle avec Gauthier, de Nantes : c'est le véritable auteur de la découverte. Son appareil, essayé par ordre du régent, fut l'objet de reproches qui le firent abandonner.

De 1717 à 1761, aucun progrès n'est réalisé. En 1761, Lind imagina un appareil qui se rapprochait beaucoup de celui qui devait plus tard résoudre le problème; cucurbite, chapiteau, réfrigérant. Viennent ensuite une série d'appareils : (1764) ceux de Poissonnier, de d'Irving, de Clément et Louis de Freycinet, de Le Breton (1819), de Peyre et Rocher. Tous ces appareils étaient défectueux et empêchaient de généraliser l'emploi de la distillation.

En 1867, une Commission fut nommée pour étudier la question. Trois appareils furent présentés, l'un par M. Sachet, l'autre par M. Sabathier, le troisième par M. Perroy, ingénieur de la marine.

C'est ce dernier qui a été rendu réglementaire à bord des navires de l'État.

Nous ne parlerons pas de tous les appareils distillatoires dont nous venons de citer les auteurs. Nous nous arrêterons un moment sur les cuisines distillatoires de Peyre et Rocher, et n'insisterons que sur celui de Perroy.

CUISINES DISTILLATOIRES.— « Les cuisines distillatoires, dit M. Hétet, ont été et sont encore, pour quelques navires, employées dans la marine de l'État et du commerce. Elles joignent à l'avantage de servir de cuisine à la vapeur et de machine à distiller, celui d'être peu encombrantes et de dépenser peu de combustible. Mais les eaux provenant de la condensation des vapeurs de l'eau de mer, dans des réfrigérants à serpentins ou autres, avaient une saveur et une odeur d'eau de cuisine; elles étaient peu aérées et répugnaient à ceux qui en faisaient usage, surtout au moment de leur production; de plus, on reconnut, avec le temps, que ces appareils en cuivre, étamés avec des alliages plombifères, contenaient des traces de plomb et de cuivre, et on y trouva la cause de cas nombreux de coliques sèches (saturnines), observés à bord des navires qui faisaient usage de ces eaux distillées.

» Le docteur Lefèvre, directeur du service de santé de la marine au port de Brest, s'est occupé avec un soin et une ardeur extrêmes de cette question d'hydrologie navale, qui intéresse si puissamment l'hygiène des équipages, et il a eu l'idée heureuse d'appliquer à chaque cuisine distillatoire un filtre à charbon, dont l'effet s'exerçait à la fois sur les caractères physiques de l'eau et sur les matières dissoutes ou en suspension, principalement sur les composés plombiques et cuivriques. Après avoir été filtrées à travers ces appareils, les eaux étaient d'une pureté parfaite et avaient seulement besoin d'être aérées. Ce savant philanthrope, qui a été une des illustrations du corps de santé de la marine, ne s'arrêta pas là. Considérant que les étamages plombifères étaient la principale cause de la mauvaise qualité des eaux, il obtint du ministre de la marine que ce service n'emploierait désormais à l'étamage des cuivres distillatoires que de l'étain renfer-

mant au plus 4 p. 100 de plomb, proportion qui a été réduite plus tard à 2 p. 100. Depuis lors, les eaux distillées des cuisines distillatoires sont devenues inoffensives et les cas de coliques saturnines ont presque entièrement disparu ; de plus, le charbon agissant comme absorbant sur les matières empyreumatiques, enlève à l'eau une grande partie de cette odeur de lavure de vaisselle, qu'elle ne perdait complètement que par le séjour dans les caisses en tôle.

« Cette odeur et ce goût nauséabonds proviennent des matières organiques de l'eau de mer et aussi de la saponification des matières grasses, des matières formant les joints des appareils et particulièrement des tuyaux de conduite. »

APPAREIL PERROY. — Nous devons à la gracieuse obligeance de M. Delmedou, mécanicien principal de la marine, les renseignements suivants et le croquis de cet appareil. Nous prions le lecteur, pour leur intelligence, de se rapporter à la planche placée à la fin de notre travail.

Cet appareil condense la vapeur formée soit par les chaudières du bâtiment, soit par une chaudière spéciale. Ce dernier cas est général, lorsque la machine fonctionne avec un condenseur à surface et qu'on ne possède pas un bouilleur Cousin.

Le distillateur Perroy se compose de trois parties distinctes : 1° l'aérateur, 2° le réfrigérant, 3° le filtre.

1° *Aérateur*. — L'aérateur (A) est destiné à mélanger une certaine quantité d'air à la vapeur, avant son entrée dans le réfrigérant ; une partie de cet air se combine avec les matières organiques entraînées par la vapeur ; une autre se dissout dans l'eau ; enfin, la partie qui reste libre est dilatée par la chaleur, et constitue la pression nécessaire sur la

nappe liquide provenant de la vapeur condensée, pour faciliter son écoulement au-dessus du niveau du réfrigérant. Cet aérateur n'est autre chose qu'un injecteur Giffard. La vapeur arrive par le tuyau (V), prolongé par l'ajutage conique (V') renfermé dans un cône extérieur (VI). Ce dernier porte deux robinets (*a*) servant à la rentrée de l'air qui est aspiré par entraînement latéral dans l'espace annulaire, compris entre les deux cônes (VI et V). Les fluides mélangés (air et vapeur) se rendent par le tube divergent V' au réfrigérant.

2° *Réfrigérant.*— Le réfrigérant (R) est formé par une caisse parallélipédique en tôle zinguée (B), dans laquelle se trouve placé l'appareil tubulaire qui repose sur un support formé par des cornières (*b.b.b.*). Les tubes sont en cuivre rouge, étamés en dedans et en dehors; ils forment 10 groupes superposés, composés chacun de deux rangées horizontales, sauf le groupe inférieur qui n'a qu'une rangée. La vapeur parcourt tous ces groupes successivement et en sens inverse, en pénétrant d'abord dans le groupe supérieur.

L'eau réfrigérante prise à la mer par le tuyau (L) traverse le réfrigérant de bas en haut, en contournant les tubes, par suite, en sens contraire du mouvement de la vapeur, et sort par le tuyau (L'). Il résulte de ce croisement de circulation que l'on peut obtenir, à la sortie de l'appareil, de l'eau douce à une température très voisine de celle de l'eau de mer.

La circulation de l'eau réfrigérante s'établit par le seul fait de la diminution de densité, provenant de la différence de température qui existe dans les diverses parties de la masse, l'eau s'échauffant de plus en plus à mesure qu'elle s'élève dans le réfrigérant.

L'appareil peut aussi fonctionner au mouillage, à la condition de ne condenser qu'une moins grande quantité de

vapeur, car le réfrigérant s'échauffe très vite, la vitesse de la circulation de l'eau étant plus faible que lorsque le navire est en marche. On obvie à cet inconvénient, en faisant aspirer une pompe sur le tuyau de sortie (L') de l'eau de circulation.

3° *Filtre*.— Le filtre destiné à épurer l'eau provenant du réfrigérant se compose d'une caisse (F), divisée en quatre compartiments verticaux qui communiquent entre eux alternativement par le bas et par le haut, de manière à former serpent. Ces compartiments sont remplis par des couches alternatives de noir animal et de gravier. L'eau traverse successivement tous les compartiments, et se débarrasse des matières étrangères qu'elle contient. En présence du noir animal, l'air, en dissolution dans l'eau, se combine avec les matières organiques et forme des composés insolubles qui sont arrêtés dans le filtre. L'eau arrive du réfrigérant par le robinet et le tuyau (e) tombe dans l'entonnoir (f), traverse les différents compartiments du filtre et se rend dans les caisses à eau du bâtiment par le tuyau (f'). Le robinet (g), placé à la partie supérieure du filtre, sert à l'évacuation de l'air des deux compartiments du milieu. L'eau séjourne environ 3/4 d'heure dans le filtre, avant de se rendre aux caisses à eau.

Fonctionnement de l'appareil. — La circulation de l'eau froide étant établie, la chambre à eau du réfrigérant se remplit, et le robinet placé au-dessus est fermé dès qu'il donne de l'eau. On ouvre ensuite les robinets (d, e), ceux (a) de l'aérateur, et enfin le robinet de prise de vapeur sur le tuyau (V).

Au premier moment, l'air renfermé dans les tubes sort par les robinets (d, e), mais ne tarde pas à laisser couler

l'eau distillée, ainsi que (*d'*); alors on manœuvre le robinet de vapeur, d'abord ouvert en grand, jusqu'à ce que (*d*) ne donne que de l'air et (*d'*) de l'eau. Cela n'est vrai qu'autant que l'entonnoir du filtre est à la hauteur du robinet (*e*); mais si le robinet (*e*) est prolongé par un tuyau remontant au-dessus du réfrigérant, comme sur la figure, pour atteindre le filtre, le robinet (*d*) doit être fermé aussitôt qu'il laisse couler l'eau provenant de la condensation de la vapeur.

La condensation commencée, on règle l'ouverture du robinet d'arrivée de vapeur, de manière à obtenir de l'eau à une température de 30 à 35°.

En fonctionnement normal, le robinet (*d*) ferme, l'eau douce remplit les trois ou quatre groupes inférieurs de tubes, ce qui amène un abaissement suffisant de la température de cette eau.

Nota. — L'eau distillée ainsi fournie n'est pas toujours d'une pureté parfaite. Nous avons remarqué que, durant notre séjour à bord, pas une fois l'eau n'a été exempte de sels complètement. Il nous a même été donné de faire rejeter certaines quantités d'eau comme non potables, la dose de chlorure de sodium étant assez forte pour laisser à l'eau un goût salé. Il faut nous empresser de dire que c'est là un cas presque forcé; la machine était vieille; nous étions au mouillage en rade de Makung (Pescadores), et il fallait fournir par jour une quantité considérable d'eau distillée pour l'alimentation des troupes à terre. Il se produisait fatalement, vu cet excès de fatigue de la machine, des entraînements d'eau de mer.

VALEUR DE L'EAU DISTILLÉE. — Ce n'est pas sans discussion et sans polémique que l'usage de l'eau distillée à bord a fini par s'implanter. A la découverte, ce fut une ovation générale et un enthousiasme sans mélange; puis les récriminations

commencèrent, et ce ne fut que grâce à des démonstrations expérimentales et presque palpables de la salubrité de l'eau distillée, qu'elle fut définitivement acceptée.

Il est hors de doute que les avantages que présente ce système d'alimentation sont immenses. La conservation de l'eau douce est très difficile à bord ; quelquefois, obligé de renouveler sa provision d'eau qui ne peut pas être éternelle, et qui, le serait-elle, deviendrait dangereuse par le fait même, le navigateur se trouve en présence de sources de mauvaise qualité ou de sources inconnues. Alors, obligation de purifier ces eaux ou obligation de les examiner, chose que nous avons vu ne pas toujours être commode. Avec un appareil Perroy, toutes les difficultés s'évanouissent ; l'appareil peut donner la quantité d'eau nécessaire à l'usage journalier. Bien plus, les soins de propreté (question d'hygiène essentielle, celle-là encore), les soins du corps, le lavage du linge ne sont plus soumis à cette parcimonie désespérante, à cette ration dérisoire d'eau douce distribuée à chaque homme de l'équipage. Sans dérangement, par la marche même du navire, l'eau douce est produite et peut permettre la générosité.

Malheureusement, les navires qui ont des appareils distillatoires ne s'en servent pas toujours et nous avons ouï dire que, lors de la guerre de l'Extrême-Orient, tel ou tel navire préférerait faire son eau douce à Hong-Kong ou sur les côtes de Chine, plutôt que de se servir d'eau distillée. Certaines maladies, la diarrhée surtout, étaient le résultat de cette imprudence. On ne saurait trop engager le navigateur à ne faire usage que d'eau distillée, lorsque les eaux de source peuvent présenter quelques doutes sur leur bonne qualité.

Il y a cependant des défauts que l'on a reprochés à l'eau distillée. Les uns sont ni plus ni moins que chimériques, autres sont réels.

Après l'enthousiasme qui accueillit les premiers appareils,

on vit accuser l'eau distillée de tous côtés. On lui trouva un goût âcre, empyreumatique. Elle exerça une action corrosive sur l'estomac; elle fut reconnue lourde et indigeste.

Sage (et en ce cas point ne le fut) poussa plus loin les attaques; pour lui, la distillation de l'eau de mer était cause d'une décomposition de matières organiques donnant naissance à un principe âcre, irritant, qu'il appela le gaz oléaginé neptunien. Il fallait un nom aussi bizarre et fantaisiste pour faire croire aux dangers imaginaires que l'auteur de cette savante découverte lui attribuait. Aussi vit-on l'opinion publique s'en émouvoir, et le ministre Portal prescrire une enquête dans tous les ports.

Chatelain, Réjou, Vasse, etc., pharmaciens de la marine, firent minutieusement l'analyse de l'eau distillée, et moins heureux que Sage, ou mieux, aussi heureux que sages, ils ne purent mettre la main sur ce fameux gaz oléaginé neptunien. On alla jusqu'à faire des expériences sur 41 forçats; j'allais dire *in animâ vili*. Ces malheureux furent soumis à l'usage exclusif de l'eau distillée comme boisson, et à la fin de l'expérience, leur santé était toujours aussi florissante. Dès lors, le gaz oléaginé neptunien alla rejoindre dans la collection des inventions originales et grotesques la place à laquelle il avait largement droit.

Si des reproches aussi peu fondés ont été faits à l'eau distillée, il y en a d'autres qu'il faut tenir en ligne de compte. Il en est un surtout pour le navire à voiles qui se sert de cuisines distillatoires Peyre et Roche. Nous avons déjà dit, en parlant de ces appareils, les accidents qu'ils produisaient, et nous avons nommé la colique sèche. Nous avons aussi indiqué le remède qui redonne à ces appareils le rang qu'ils avaient perdu. D'ailleurs, la marine de l'État est préservée de ce danger, ne faisant plus usage que de l'appareil Perroy.

Un reproche moins grave, c'est l'odeur et la saveur de

l'eau distillée, lorsqu'elle est formée par les condenseurs à surface. M. Hétet a proposé, pour enlever cette odeur et ce goût désagréables, de faire passer la vapeur dans un réservoir contenant une solution de chaux au 1000°. On interpose, entre le réfrigérant de l'appareil Perroy et le filtre au charbon de ce même appareil, un réservoir d'eau de chaux; le débit de l'eau de chaux est réglé à raison d'un litre de cette eau pour 90 litres d'eau à purifier. L'eau distillée, ainsi mélangée à l'eau de chaux, se rend dans un compartiment dit épurateur, et là s'établit pendant 10 ou 15 minutes, temps que le liquide met à traverser l'épurateur avant d'arriver au filtre de charbon, entre l'eau distillée et l'eau de chaux, le contact qui doit débarrasser la première des acides gras qui sont la cause des mauvaises qualités organoleptiques de l'eau.

M. Hétet pense que l'oxyde fer des caisses à eau est susceptible, en formant un manganate de fer, de débarrasser l'eau distillée du goût et de l'odeur de graisse surchauffée qu'elle présente souvent.

Le reproche de l'absence d'air tombe de lui-même avec l'appareil Perroy. Nous avons vu en effet dans la description de cet appareil, que l'air y pénètre en quantité.

« Un seul reproche, dit Fonssagrives, peut être fait à l'eau distillée: elle est trop pure; elle reste muette à tous les réactifs: teinture de tournesol, sirop de violette, chlorure d'or, nitrate d'argent, oxalate d'ammoniaque, etc.

» Or, nous avons vu que l'eau, pour devenir un bon aliment, doit renfermer de l'air et des substances salines. Qu'on rende à l'eau distillée ces deux éléments, et elle deviendra la plus salubre de toutes. Et il conseille, après avoir aéré l'eau (ce qui est inutile avec le Perroy), d'y ajouter par kilolitre un paquet de sels assortis, contenant chacun 4 gr. 8 de chlorure de sodium; 3 gr. 4 de sulfate de soude, 48 gr. de bi-

carbonate de chaux, et 14 gr. de carbonate de soude; cette habitude existerait, paraît-il, dans la marine Russe.

Nous nous permettrons modestement une observation. Pendant environ 8 mois, nous avons analysé tous les matins l'eau distillée; nous avons dit au début de cette étude de quels moyens primitifs nous disposions, mais nous avons dit aussi qu'ils nous avaient suffi pour constater au moins la présence des chlorures et les doser. Vu les causes d'erreur inhérentes à notre procédé qualificatif, nous avons toujours diminué les résultats de moitié, ce qui ne nous a pas empêché, même cette correction faite, de trouver jusqu'à 2 gr. et plus de chlorures par litre, ce qui est loin des 0 gr. 0048 de Fonssagrives. Nous avons pu nous convaincre par nous-même que l'appareil Perroy (le nôtre n'était pas spécial), dans les conditions normales ou anormales, c'est-à-dire fournissant une grande ou une petite quantité d'eau distillée, ne la donnait jamais chimiquement pure, nous ajoutons même d'autant plus impure que la quantité était plus grande. La réaction au nitrate d'argent, le dosage des chlorures avec l'énorme correction que nous lui faisons subir, ne sont pas des opérations tellement délicates qu'on ne puisse accorder du crédit à nos résultats, malgré que notre jeune expérience plaide contre nous.

CONSERVATION

A terre, dans les villes, le service de la distribution de l'eau ne laisse rien à désirer. Le renouvellement de l'eau se produit sans cesse dans des réservoirs ou des tuyaux, qu'il suffit de nettoyer simplement de temps à autre.

Une fois la qualité d'eau potable reconnue à la source, l'alimentation est assurée, et si on voit quelquefois, assez souvent même, les populations réclamer contre le service des eaux et accabler les édiles municipaux de leurs doléances, c'est sur la quantité et non sur la qualité que se portent les récriminations.

A bord, les mêmes avantages ne se présentent pas. L'eau est embarquée dans des récipients, d'où l'on tire chaque jour la ration déterminée, et qu'il est souvent difficile de renouveler. Cette eau, dans de telles conditions, ne peut-elle pas s'altérer?

Nous avons déjà marqué à l'index les eaux stagnantes, et celles-ci ne le sont-elles pas par force? C'est à l'étude de cette question que nous allons passer.

Aux premiers jours de la navigation et encore actuellement sur quelques bateaux marchands, l'eau était embarquée dans des barriques de bois. Bois : matière organique. Donc, condition défavorable. Dans les Annales d'hygiène (1853), M. Chevreul a expliqué par des expériences remarquables la production d'acide sulfhydrique dans ces récipients de bois. Les sulfates, au contact de la matière organique, se transforment en sulfures. Nous citons le paragraphe : «..... Je

choisis les expériences que je vais décrire parmi celles que j'entrepris pour m'assurer de l'influence réelle des tonneaux sur l'altération des eaux sulfatées qu'on y renferme.

» Ayant mis dans un flacon de verre, fermé à l'émeri, de l'eau de puits de Paris avec des copeaux de chêne ou de merrain, elle devint fétide; tandis que de l'eau distillée, renfermée de la même manière avec de copeaux de chêne, se colora sans acquérir de mauvaise odeur, et que de l'eau de puits, aussi renfermée dans un flacon de verre, mais sans addition d'aucune matière, ne subit aucun changement appréciable.

» J'obtins une solution de sulfure de calcium en mettant de l'eau distillée, du sulfate de chaux en poudre et des feuilles de tilleul dans un flacon fermé à l'émeri.

» Ces expériences expliquent bien, je crois, l'utilité qu'il y a de carboniser l'intérieur des tonneaux destinés à renfermer l'eau potable dans les voyages de long cours; pratique prescrite par Berthollet, dont les avantages ont été constatés par l'amiral Krusenstein, dans son mémorable voyage de circumnavigation. Il est clair, d'après les principes précédents, que la carbonisation a surtout pour objet de détruire les matières solubles que l'eau enlève au bois de chêne non carbonisé. »

Nous n'insisterons donc pas davantage sur l'insalubrité de ce mode de récipient; mais comme nous l'avons fait jusqu'à présent, nous supposerons que, par cas de force majeure, on soit obligé de s'en servir, et nous étudierons les précautions à prendre.

Par un phénomène inverse à celui qui a transformé les sulfates en sulfures, les sulfures peuvent se transformer en sulfates inodores par oxydation. Une nouvelle quantité de matière organique dissoute recommence le cycle, jusqu'à ce qu'il arrive un moment où l'eau en dissout trop peu pour

que la génération de l'hydrogène sulfuré puisse être abondante. Il y a donc alternative d'eau potable et d'eau pourrie pendant un certain temps. Ce fait, constaté par les marins du commerce, leur faisait dire que pour être potable une eau doit avoir pourri trois fois.

On s'est longtemps acharné à remédier à ce grave désastre hygiénique par des moyens chimiques, avant de songer à ce remède, pourtant si naturel, de supprimer la cause pour détruire l'effet, et de remplacer le tonneau par une caisse en tôle.

C'est au soufrage qu'on avait recours au XVIII^{me} siècle. L'acide sulfureux produit par la combustion du soufre dans le récipient étant un corps désoxydant, absorbait tout l'oxygène, élément indispensable de la fermentation. On saisira de prime abord le peu de valeur de ce procédé; en remarquant: 1^o que l'oxygène était enlevé; 2^o qu'on introduisait une substance étrangère: acide sulfurique.

Nous ne reviendrons pas sur le charbonage, sur la valeur duquel nous avons donné l'opinion de Chevreul.

En 1821, une Commission fut nommée à Brest pour expérimenter la valeur du procédé de conservation de l'eau par le peroxyde de manganèse, procédé dû à M. Perrinet, pharmacien en chef de l'hôpital royal des Invalides. Il consistait à additionner de l'eau à $\frac{1}{166}$ de peroxyde de manganèse, en ayant soin d'agiter tous les quinze jours. L'expérimentation porta sur des caisses à eau de la frégate *la Nymphe*. L'eau fut trouvée pure et très bonne. Quatre forçats «qui, dit le rapport de la Commission, avaient été mis à sa disposition pour cet effet,» ne burent que de l'eau manganésée, qui servit également à la préparation de leurs aliments; quarante-cinq jours après, la santé des forçats, loin de se ressentir de ce régime, paraissait améliorée. La découverte de l'existence du manganèse dans le sang et des propriétés restauratrices de ce mé-

tal, est de nature aujourd'hui à rassurer plus complètement encore sur l'innocuité de ce moyen de conservation, auquel on n'a à reprocher que le gout métallique qu'il donne à l'eau.

Les autres procédés sont inefficaces ou inapplicables. Nous ne citerons, que pour mémoire, l'article 42 du règlement du 1^{er} janvier 1786: «Lorsque les futailles à eau auront été combugées à l'ordinaire, on les remplira d'eau douce et l'on mettra dans chacune une certaine quantité de chaux vive; on laissera les futailles dans cet état pendant 5 à 6 jours, ensuite on les videra, on les rincera à deux reprises différentes et enfin, on les remplira de l'eau destinée à faire campagne; après quoi, on y mettra quelques livres de vieux fer, on goudronnera la partie extérieure de ces pièces, on couvrira la bonde d'un morceau de toile, sur laquelle on mettra une plaque de fer-blanc léger; seulement, pour empêcher les rats de se jeter dans les futailles, on mettra trois onces de chaux vive par barrique.»

En conséquence, nous estimons que le meilleur procédé est l'addition du peroxyde de manganèse dans l'eau contenue dans des barriques carbonisées.

Empressons-nous d'ajouter que l'on ne devra avoir recours aux barriques que dans un cas de nécessité absolue. D'ailleurs, la marine militaire ne possède aujourd'hui, à bord de ses bâtiments, que des caisses à eau en fer qui paraissent remplir les meilleures conditions.

C'est en 1815 que l'idée d'enfermer l'eau dans les caisses en tôle fut émise en Angleterre, en 1820 qu'elle fut appliquée chez nous et en 1825 qu'elle devint réglementaire.

Tous les navires de guerre ont actuellement des caisses de tôle qui leur servent, du même coup, et de lest et de récipients d'eau; leur forme en parallépipède complet ou tronqué, lorsqu'elle doit s'adapter aux formes du navire, permet

de les arrimer plus facilement que des futailles de bois, et économise l'espace.

La corvette l'*Uranie*, armée en 1817 pour un voyage scientifique, est le premier navire français qui ait fait son arrimage entier avec des caisses en fer. Puis on en plaça à bord du vaisseau le *Colosse*, allant dans la mer du Sud.

Le plus grand inconvénient de ce mode de récipient est l'oxydation qui se produit assez rapidement d'ailleurs. Une bouillie ocreuse, dont le dépôt a été évalué à 6 livres au bout de deux mois; rend cette eau excessivement trouble. Bien plus, lorsque le roulis ou le tangage sont un peu violents, il est presque impossible de boire cette eau, dont l'aspect seul est répugnant et qui n'est plus constituée par des particules d'oxyde de fer en suspension dans l'eau, mais par une pâte plus ou moins épaisse. Il est absolument nécessaire dans ces cas de filtrer l'eau.

On a accusé aussi cette eau ferrée de produire des accidents chez ceux qui en usaient: soif, chaleur, douleur épigastrique, constipation ou diarrhée. Cette accusation n'a pas prévalu, et Fonssagrives fait remarquer qu'au contraire elle ne peut être qu'utile aux anémiques et favoriser l'hygiène du marin débilité par la chaleur tropicale.

Un de nos Maîtres de l'école de Toulon nous a, de son côté, fait observer le fait suivant. Le nombre des tuberculeux dans les équipages de la flotte est grand, trop grand même. Or, le fer est contraire aux tuberculeux. Il n'est pas possible, d'autre part, de distribuer à ces hommes une eau spéciale, précaution qui ne pourrait que frapper leur esprit. Il nous semble donc nécessaire de ne donner à l'équipage que de l'eau filtrée.

Outre cet inconvénient, se rattachant tout à fait à l'hygiène, il en est un autre d'ordre purement économique. Tout ce fer qui se dépose en houille est enlevé aux parois de la caisse

à eau, dont l'usure devient alors très rapide. C'est pour remédier à cet état de choses, que l'on vit éclore des projets de doublage des caisses, aussi nombreux et aussi peu efficaces que ceux employés pour les barriques en bois. M. Kéraudren conseilla le doublage en plomb. Cette proposition trouva peu d'écho dans la marine; on se l'expliquera facilement en se rappelant les dangers que peut faire courir une eau, surtout distillée, qui a séjourné dans des récipients en ce métal.

On proposa des enduits de cire; un mélange de résine, d'huile d'olive et de brique pulvérisée; du mastic des fontainiers, etc., etc.

En 1840, Kéraudren revenant sur sa première idée, demande le zingage des caisses à eau. Après un rapport de M. Langonne, pharmacien de première classe de la marine dont nous donnons les conclusions, le doublage en zinc, comme celui en plomb fut rejeté.

Voici ses conclusions :

1° Le zingage recouvre la tôle des caisses d'une couche ayant 9 centièmes de millimètres d'épaisseur;

2° Le zingage extérieur ne préserve pas complètement d'oxydation l'intérieur des caisses. Au bout de treize mois, de l'eau douce, placée dans une caisse ainsi disposée, contenait 0,10 d'oxyde de fer hydraté par litre; au bout de huit mois, de l'eau de mer en contenait 0,20;

3° Les caisses zinguées intérieurement et extérieurement fournissent à l'eau de l'hydrate d'oxyde de zinc, dont une partie se dépose en flocons, dont l'autre partie se dissout ou se divise dans l'eau, de telle manière que le filtre ne l'en sépare plus;

4° La présence de l'air est indispensable pour la formation de l'hydrate d'oxyde de zinc; une caisse remplie entièrement ne s'altère pas; l'action alternative de l'air et de l'eau sur

les tôles zinguées est exclusivement favorable à leur oxydation ;

5° Cet hydrate d'oxyde de zinc se transforme à la longue en hydrocarbonate ;

6° Au bout d'une année de séjour dans la cale, le zingage extérieur est déjà attaqué et blanchi par suite de la formation de carbonate de zinc ;

7° La présence du zinc en dissolution dans l'eau est démontrée par les précipités que le prussiate de potasse et l'acide sulfhydrique font naître dans ce liquide ;

8° On peut admettre que l'eau douce contenue dans une caisse de tôle zinguée renferme en moyenne, au bout d'un an, environ 0 gr. 07 d'hydrate d'oxyde de zinc.

Toutefois, Fonssagrives pense que c'est là une question à soumettre de plus près à l'examen et à l'expérimentation.

En résumé, la caisse simplement en tôle doit être, jusqu'à nouvel ordre, seule employée. Elle doit le plus souvent être soumise à un nettoyage complet pour lui enlever son dépôt d'oxyde de fer. L'eau doit au sortir de cette caisse être filtrée, mesure salulaire que prescrivait d'ailleurs en 1780 l'article 26 du règlement du 13 janvier, sur la propreté des vaisseaux et la conservation des équipages.

Pour l'usage journalier, la quantité d'eau présumée nécessaire pour abreuver l'équipage pendant la journée est versée dans un récipient particulier appelé charnier. Nous lisons, dans la thèse de M. L. Régi, médecin de la marine, la critique suivante :

« S'il est vrai qu'il y a eu progrès pour les vases qui contiennent la provision d'eau des bâtiments, en est-il de même pour ceux qui renferment l'eau destinée à la consommation journalière des matelots ? Malheureusement, ici, l'hygiène est restée en retard.

» En effet, l'eau nécessaire aux besoins journaliers est ren-

fermée dans un vase appelé charnier. C'est un tonneau fermé supérieurement par un couvercle, muni intérieurement de plusieurs siphons, dont les extrémités viennent saillir à l'extérieur sous forme de mamelons. Quand on veut boire, on est obligé d'accoler ses lèvres à ces sortes de mamelons, et d'opérer un mouvement de succion, absolument comme l'enfant qui tète.

» Il est évident que cet instrument, qui a pu paraître ingénieux à nos pères à l'époque où l'eau se distribuait avec la plus grande parcimonie, ne saurait plus être toléré aujourd'hui à bord de nos bâtiments, car outre la répugnance qu'éprouvent beaucoup d'hommes à boire de cette façon, on ne saurait nier que c'est là un des grands moyens de transmission des maladies contagieuses, telles que stomatites, ulcérations syphilitiques, etc.

» Par deux reprises, durant six mois de navigation, j'ai pu constater, à bord de la frégate cuirassée *la Couronne* et du vaisseau-école des canonnières *le Louis XIV*, de véritables épidémies de stomatite ulcéreuse. Les cas, d'abord très rares, se sont rapidement multipliés, et, pour ma part, je serai tout disposé à croire que le charnier était ici l'égout de transmission.

» Le charnier se trouve ordinairement placé dans la batterie qui, le soir, devient le poste de couchage de la plus grande partie de l'équipage. Souvent, en campagne, les sabords sont condamnés, vu l'état de la mer, et alors l'air se renouvelle difficilement et ne peut se débarrasser des miasmes produits par une accumulation de monde dans un espace aussi restreint.

» Il est évident que l'eau du charnier doit se charger d'une partie de ces miasmes, qui ne peuvent que l'altérer.

» Comme on le voit, l'hygiène réclame ici quelques réformes. »

Le charnier à siphons n'est pas le seul type qui existe ;

généralement, c'est un baril conique muni d'un robinet et pourvu d'un gobelet. Les mêmes reproches sont à faire au gobelet commun, qu'à l'embout des siphons.

Comme palliatif à cet état de choses, M. Beaumanoir croit que l'eau, n'étant plus l'objet d'une parcimonie aussi grande, les hommes pourraient être autorisés à puiser eux-mêmes la quantité qui leur serait nécessaire. Il propose d'inaugurer le régime de la libre consommation. Mais les abus qu'entraînerait cette licence semblent être l'obstacle le plus grand à cette innovation.

FIN.

Vu et permis d'imprimer :

Montpellier, le 2 juin 1887

Le Recteur de l'Académie,
Correspondant de l'Institut,

G. CHANCEL.

Vu :

Montpellier, le 1^{er} juin 1887

Le Directeur de l'Ecole,
J.-E. DIACON.

LISTE DES PRÉPARATIONS

Tartrate neutre de potasse.

Lessive de soude à 30° Baumé.

Phosphate de soude pur.

Liquueur hydrotimétrique de savon.

Ammoniaque pure.

Chromate d'ammoniaque.

Vinaigre radical.

Ether sulfurique pur.

Chloroforme pur.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Würtz. — Dictionnaire de chimie.

Würtz. — Traité de chimie médicale.

Hétet. — Traité élémentaire de chimie.

Morache. — Traité d'hygiène militaire.

Fonssagrives. — Hygiène navale.

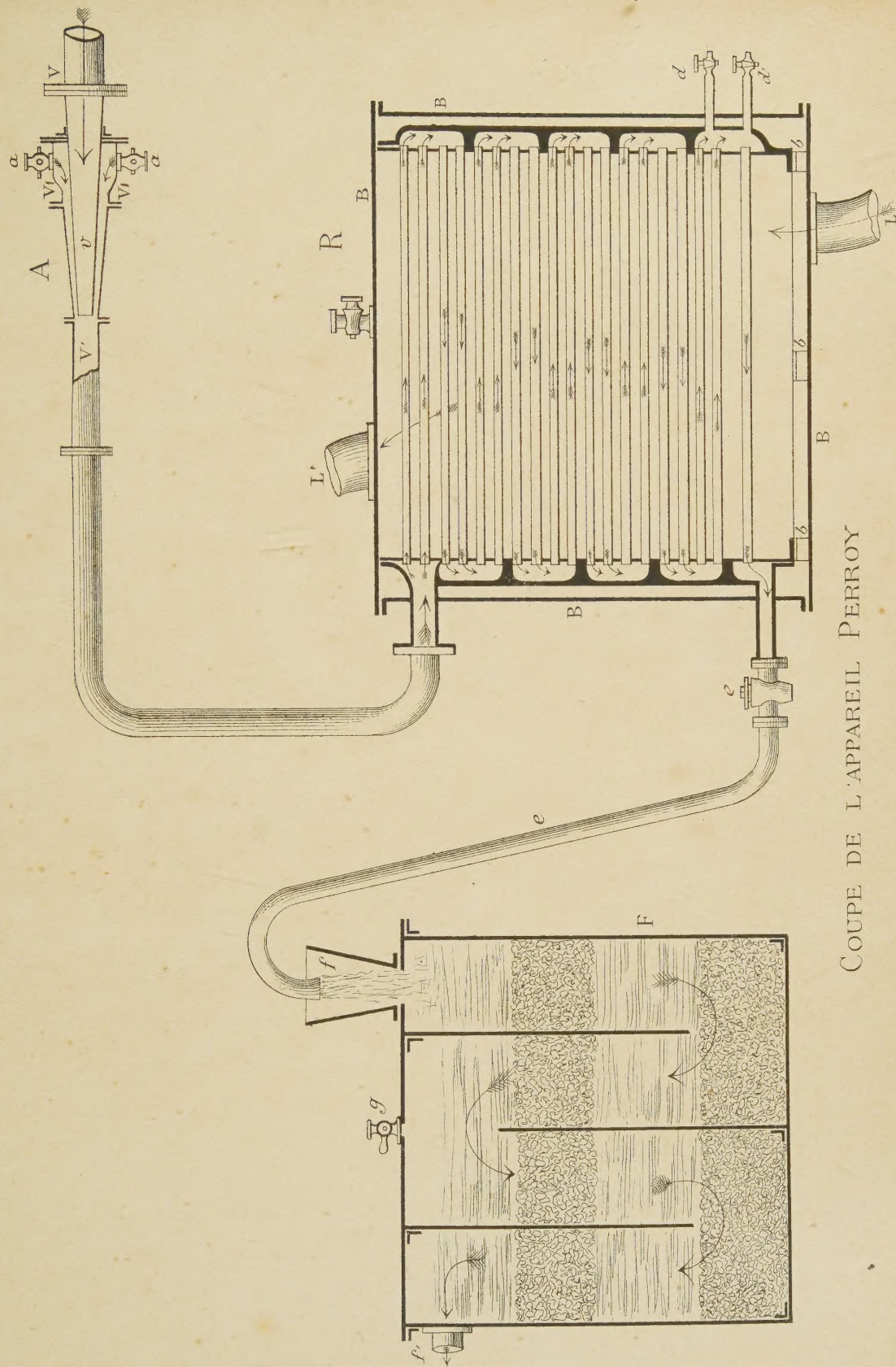
Léon Régi. — De l'alimentation des marins, thèse de Montpellier 1872.

Taulier. — — — — Paris 1873.

A. Lefèvre. — Etude hygiénique sur les moyens d'approvisionnement, de conservation et de distribution de l'eau d'alimentation à bord des navires de la marine impériale, thèse de Paris 1869.

Annales d'hygiène publique 1853.

Archives de médecine navale 1873-1867.



COUPE DE L'APPAREIL PERROY

